

СОВРЕМЕННЫЕ РАДИОФОТОННЫЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ: МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ И ХАРАКТЕРИЗАЦИИ ВЧ/СВЧ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ И ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ В ЧАСТОТНОМ ДИАПАЗОНЕ ДО 67,5 ГГц

Мораренко В.В.

Keysight Technologies, г. Москва, Россия, E-mail: vitaly.morarenko@keysight.com

Аннотация: Рассмотрены типы СВЧ оптоэлектронных и электрооптических компонентов, используемых в системах передачи радиосигнала по волокну, основные параметры для характеристики и предложен метод измерений параметров и характеристики в частотном диапазоне до 67,5 ГГц.

Ключевые слова: радиофотоника, волоконная оптика, волоконно-оптические системы передачи, передача радиосигнала по волокну, измерения, тестирование, РЛС, радар.

UP-TO-DATE RADIO-OVER-FIBER SYSTEMS: METHODS OF MICROWAVE LIGHTWAVE COMPONENTS ANALYSIS AND CHARACTERIZATION IN THE FREQUENCY RANGE UP TO 67.5 GHz

Morarenko V.V.

Keysight Technologies, Moscow, Russia, E-mail: vitaly.morarenko@keysight.com

Abstract — Types of electro-optical, optoelectronic microwave components used in radio over fiber communication systems and main parameters for the characterization are presented. The method of measurements and characterization of parameters in the frequency range up to 67.5 GHz is described.

Key words: radio photonics, fiber optics, optical transmit systems, ROF, radio-over-fiber, Keysight technologies, measurements, test, radar.

1. Введение

Радиофотоника – новое научно-техническое и технологическое направление, изучающее взаимодействие оптического излучения и СВЧ радиочастотного сигнала в задачах приема, передачи и обработки информации. Направление связано с использованием методов и средств фотоники совместно с радиоэлектронными элементами, узлами и устройствами радиодиапазонов.

Радиофотоника нашла свое применение в таких областях, как:

1. Передача с минимальными потерями сигналов спутниковой связи
2. Распределение сигналов на удаленные антенны
3. Линии передачи СВЧ сигналов внутри крупных объектов
4. Системы радио-электронной борьбы (РЭБ)
5. Оптические линии задержки и обработки сигналов

6. Системы калибровки радаров и РЛС

7. Фазированные антенные решетки (ФАР)

В английской литературе это направление получило название – **radio over fiber (ROF)** или **radio over glass (ROG)**. Суть этих технологий заключается в **передаче радиосигнала** (на соответствующей несущей, с определенным форматом модуляции, импульсный сигнал, ЛЧМ и т.д.) **по оптоволоконному кабелю** с помощью двух ключевых элементов: передатчика (TX) и приемника (RX). В основном, качество такой системы и определяется этими главными (активными) электрооптическим и оптоэлектронным компонентами.

2. Основная часть

При разработках, исследованиях, опытно-конструкторских работах и производстве компоненты необходимо характеризовать и получать полную информацию в широком частотном диапазоне, определяемым скоростью передачи данных. Такую информацию несут, как известно, S-параметры.

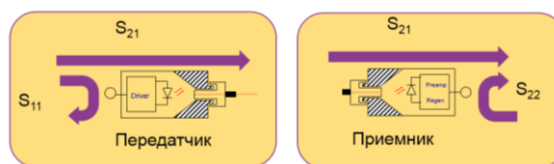


Рис. 1 S-параметры для источника оптического излучения (передатчика) и приемника

Для оптических компонент S-параметры несут определенный смысл, отличающийся от S-параметров ВЧ/СВЧ-устройств. Например, частота отсечки модулирующего сигнала, абсолютная чувствительность, потери на отражение и т.д. К тому ж невозможно измерение параметра S_{12} , ввиду невозможности обратного преобразования сигнала в таких компонентах.

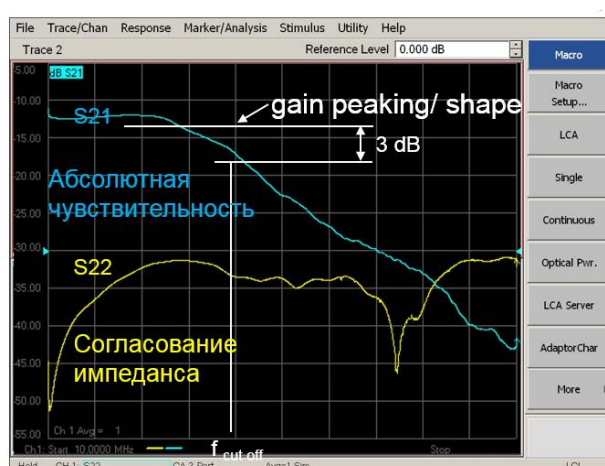


Рис. 2 Результат измерения S-параметров для приемника оптического излучения

Для тестирования компонентов систем передачи радиосигнала по оптическому каналу, а именно электрооптических, оптоэлектронных устройства, оптических компонент, используется инновационный прибор, называемый анализатор оптических компонент (lightwave component analyzer – LCA), построенный на базе векторного анализатора цепей. Концептуальная диаграмма метода анализа оптических компонент, реализованная на базе векторного анализатора цепей, представлена на рис. 3.

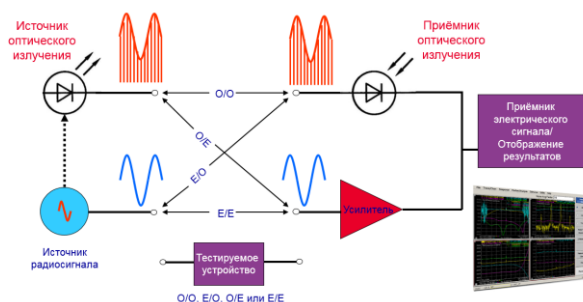


Рис. 3 Концептуальная диаграмма анализатора оптических компонент

Концептуальная схема реализуется с помощью так называемой «оптической» приставки (см. рис. 4), в которой происходит преобразование радиосигнала в оптический и наоборот, то есть встроены оптический передатчик и оптический приемник, и система передачи сигналов на векторный анализатор цепей, откалиброванная в плоскости входных каналов последнего. Такое оборудование позволяет определять S-параметры в диапазоне частот до 67,5 ГГц.



Рис. 4 Структура анализатора оптических компонент

Так же анализатор оптических компонентов позволяет проводить балансные измерения устройств с дифференциальными входами или выходами.

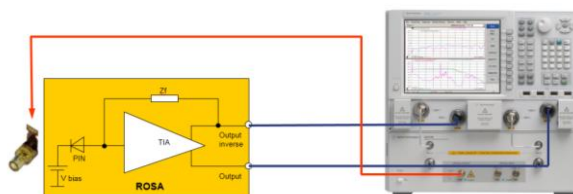


Рис. 5 Измерения балансных устройств (например, приёмника типа ROSA)

3. Заключение

Таким образом, разработан и предложен метод измерений параметров и характеристики СВЧ оптоэлектронных и электрооптических компонентов в частотном диапазоне до 67,5 ГГц и решение для его реализации на базе векторного анализатора цепей Keysight серий ENA и PNA.

4. Список литературы

1. Derickson, Dennis. Fiber optic test and measurement. ISBN 0-13-534330-5. Hewlett-Packard Professional books. USA, New Jersey: published by Prentice Hall PTR, 1998.
2. Xavier N Fernando. Radio over Fiber for Wireless Communications: From Fundamentals to Advanced Topics (Wiley - IEEE) 1st Edition. Wiley, 2014.
3. Nathan J. Gomes, Paulo P. Monteiro, Atilio Gameiro. Next Generation Wireless Communications Using Radio over Fiber. Wiley, 2012.
4. Bilal Ahmed Mahmood Khawaja. Millimetre-Wave Radio-Over-Fiber Systems Using Mode-Locked Lasers. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013.
5. Lightwave Catalog Volume 2: Optical-Electrical / Polarization / Complex Modulation. Keysight Technologies, Inc. 2015. Published in USA.